



**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DE BAIXO
CUSTO PARA MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DO DOSSEL**

Lucas Melo Vellame¹, Ancelmo Cazuzo Neto², Alisson Macendo Amaral³

RESUMO: O uso da termometria a infravermelho tem sido uma alternativa favorável para o monitoramento do estado hídrico das culturas pelo seu baixo custo e sua praticidade. O presente trabalho teve o objetivo de construir e avaliar um sistema de aquisição de dados para o monitoramento contínuo da temperatura do dossel vegetativos do cacauzeiro. Foi desenvolvido um sistema de aquisição de dados constituído de sensores de temperatura a infravermelho (MLX90614) endereçados que enviam as informações de forma digital via barramento I²C para um circuito eletrônico que organiza os dados e os transmite no formato serial. O sistema de aquisição de dados permitiu o monitoramento diária da temperatura foliar do cacauzeiro evidenciando que sob alta demanda da atmosfera a temperatura foliar encontra-se acima da temperatura do ar mesmo com disponibilidade de água no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Cacauzeiro, termometria, datalogger

**DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF ACQUISITION OF LOW COST DATA FOR
MONITORING THE DOSE TEMPERATURE**

ABSTRACT: The use of infrared thermometry has been a favorable alternative for monitoring the water status of crops due to their low cost and practicality. The present work had the objective of constructing and evaluating a data acquisition system for the continuous monitoring of the temperature of the vegetative canopy of cacao. A data acquisition system consisting of addressed infrared temperature sensors (MLX90614) has been developed which sends the information digitally via the I²C bus to an electronic circuit that organizes the data and transmits it in serial format. The data acquisition system allowed the daily monitoring of the leaf temperature of the cacao tree, evidencing that under high atmosphere demand the leaf temperature is above the air temperature even with the availability of water in the soil.

KEYWORDS: Cocoa, thermometry, datalogger

INTRODUÇÃO

A termometria é uma ferramenta importante para o estudo das relações hídricas nas plantas e para a programação de irrigação (Jones et al., 2018) e destaca-se como alternativa aos métodos de umidade do solo, potencial de água na planta e fluxo de seiva, quanto a determinação do estresse hídrico nas plantas (Ilhuoma & Madramooto, 2017).

Durante a escassez de água, as plantas reduzem a perda de vapor por transpiração e elevam a temperatura foliar. Esse aumento de temperatura pode ser detectado remotamente a

¹ Prof. Doutor, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas, BA. CEP: 44380-000. Fone: (75) 3621-2798. e-mail: lucasvellame@ufrb.edu.br.

² Mestrando, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA.

³ Prof. Mestre, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais-Campus Arinos, Arinos, MG.



partir de satélites e aeronaves (Abegaz et al., 2018), entretanto, esse tipo de tecnologia é cara e as vezes inacessível. Já termômetros infravermelhos são rápidos, baratos e podem ser instalados permanentemente no campo (Bellot et al. 2015).

A necessidade de sensores de baixo custo foi destacada durante uma Cúpula de gestão de água na Casa Branca (EUA), visando aumentar a eficiência do uso da água doce nos sistemas de produção (Abegaz et al., 2018).

Sendo assim, objetivou-se desenvolver um sistema de aquisição de dados de baixo custo para o monitoramento da temperatura do dossel em plantas perenes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Complexo Multiusuário de Tecnologias Limpas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. A construção e testes iniciais de funcionamento dos protótipos se deu no Laboratório de Instrumentação e Tecnologia Embarcada e os testes de campo em estufa agrícola em um experimento com plantas de cacau com dois anos de idade.

O sistema de aquisição de dados idealizado é constituído de sensores endereçados que enviam as informações de forma digital via barramento I₂C para um circuito eletrônico que organiza os dados e os transmite no formato serial. Outro circuito eletrônico é responsável pelo armazenamento dos dados em forma de médias. Um programa computacional é responsável pela aquisição dos dados via computador portátil e por configurações básicas como o intervalo de tempo das médias e configurar data e hora (Figura 1).

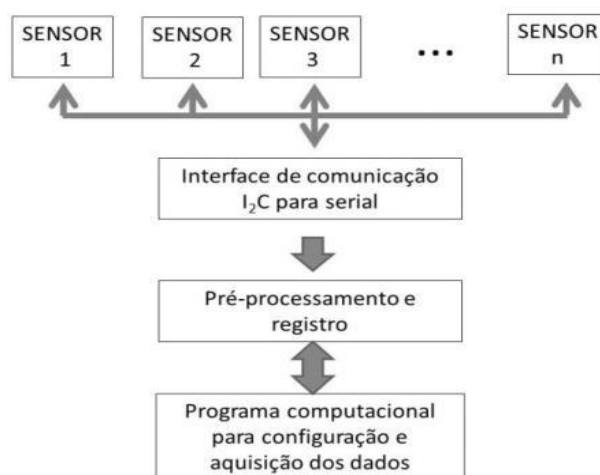


Figura 1. Diagrama em blocos do sistema de aquisição de dados.

O sensor utilizado no sistema de aquisição de dados foi o MLX90614, que é um termômetro infravermelho para medições de temperatura sem contato (Melexis, 2015)



A detecção da temperatura se dá por um sistema de termopilha. O condicionador de sinal é formado por um amplificador de baixo ruído (OPA), um conversor analógico digital de 17 bits (ADC) e uma unidade de processamento de sinal digital (DSP). O termômetro vem calibrado de fábrica e apresenta acurácia de 0,5 °C de acordo com o fabricante. Foi utilizada a saída digital SMBus (System Management Bus) para a comunicação com o protocolo I²C do sistema de aquisição de dados. O sensor foi inserido em um suporte articulado para fixação em haste metálica construído para essa finalidade (Figura 2).

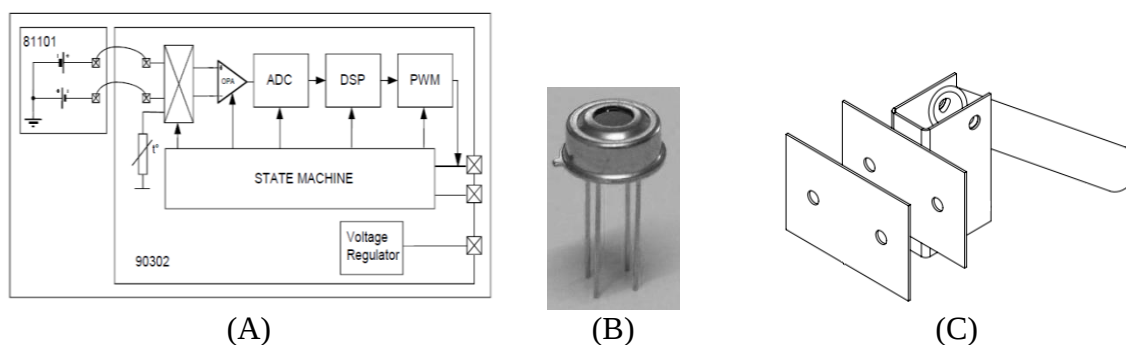


Figura 2. Diagrama em blocos MLX90614 (Fonte: DataSheet Melexis, 2015) (A), encapsulamento (B) e suporte articulado do sensor (C).

A fim de tornar o sistema de medição mais versátil podendo ser utilizado em outros datalogger's foi desenvolvido um circuito de interface digital utilizando a plataforma Arduino para a conversão dos dados digitais em formato serial (Figura 3). A informação é enviada na forma de uma cadeia de caracteres no formato T01:X₁X₁.X₁X₁, T02:X₂X₂.X₂X₂, ... T_n:X_nX_n.X_nX_n. Seguido de um caractere de final de linha (caractere 10 em decimal na tabela ASCII).

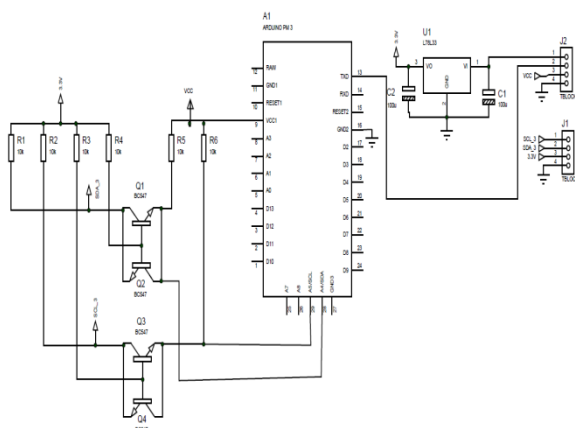


Figura 3. Circuito de interface digital.

O circuito responsável pela leitura dos dados de temperatura e armazenamento das médias em intervalos horários programáveis foi desenvolvido também utilizando a plataforma



Arduino e conta com um relógio em tempo real e um módulo para armazenamento em cartão SD (Figura 4).

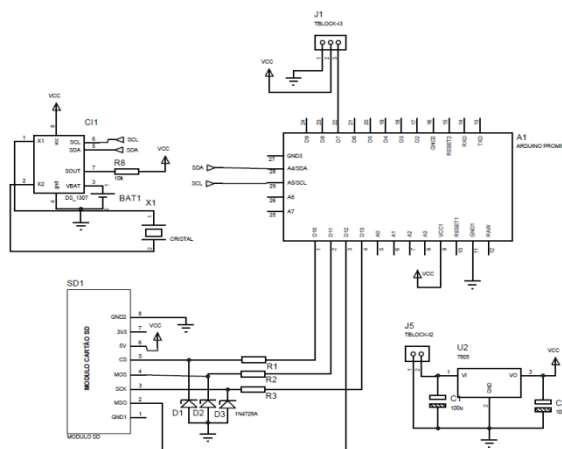


Figura 4. Circuito de pré-processamento e armazenamento dos dados.

O programa para interface com o usuário foi desenvolvido em C#. O programa possibilita a visualização das leituras instantâneas, a aquisição dos dados armazenados pelo sistema e a configuração de data e hora e intervalo entre as médias. Os diagramas dos circuitos eletrônicos, programas para Arduino e desenhos das placas de circuito impresso estão disponíveis no site <https://www.ufrb.edu.br/pgea/produtos-e-servicos>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de aquisição de dados possibilitou o monitoramento contínuo da temperatura foliar. A temperatura foliar ao longo do período experimental esteve igual ou abaixo da temperatura do ar nos períodos de menor demanda atmosférica, nos instantes em que houve o aumento da disponibilidade de energia a temperatura da cultura ficou acima da temperatura do ar (Figura 5).

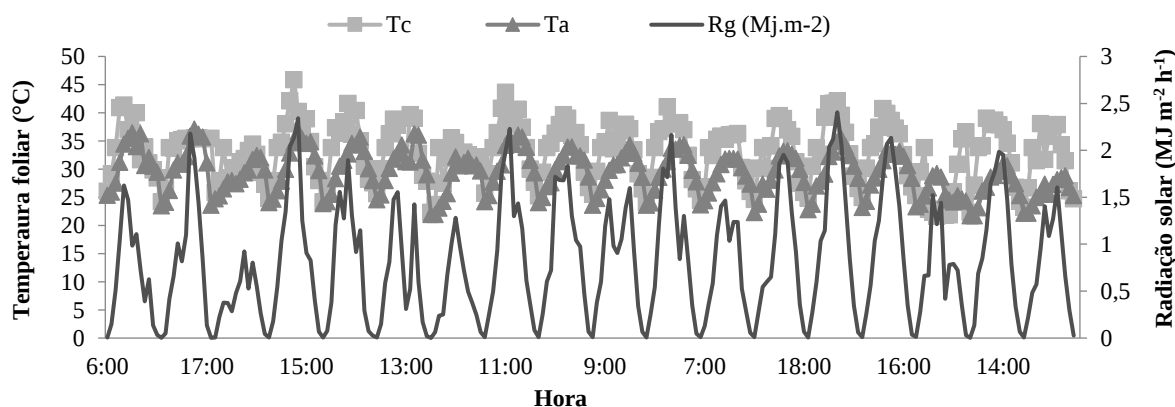


Figura 5. Temperatura da cultura (Tc) e do ar (Ta) e Radiação global (Rg) no período experimental.



Estes resultados corroboram com Cazuzza Neto et al. (2017) que avaliando o fluxo de seiva e o índice de estresse hídrico em cacauzeiro sob diferentes potenciais de água no observaram que mesmo nos tratamentos com maior disponibilidade de água a temperatura do dossel da cultura manteve-se acima da temperatura do ar ao meio-dia. Fato este que pode estar ligado às características anatômicas do dossel da planta.

Nos horários de maior demanda o fluxo de calor latente não foi suficiente para dissipar toda a energia incidente, elevando a assim a temperatura do dossel vegetativo, contrapondo com resultados encontrados por outros autores a partir de valores instantâneos em outras culturas sob disponibilidade de água no solo, no qual verificaram que a temperatura foliar permanecia abaixo da temperatura do ar. (Martínez et al., 2017; Fernandes, 2010).

CONCLUSÕES

O sistema de aquisição de dados permitiu o monitoramento diária da temperatura foliar do cacauzeiro evidenciando que sob horários de alta demanda atmosférica a temperatura foliar encontrou-se acima da temperatura do ar, mesmo com alta disponibilidade de água no solo.

REFERÊNCIAS

ABEGAZ, B. W.; DATTA, T.; MAHAJAN, S. M. Sensor technologies for the energy-water nexus – A review. **Applied Energy**, n. 15, v. 210, p. 451-466, 2018.

BELLOT, M J. G.; NORTES, P. A.; BLANCO, M. J. S.; ORTUÑO, M. F. Sensitivity of thermal imaging and infrared thermometry to detect water status changes in *Euonymus japonica* plants irrigated with saline reclaimed water. **Biosystems Engineering**, v. 133, p. 21-32, 2015.

CAZUZA NETO, A; VELLAME, L. M.; ARAÚJO, G. P.; VASCONCELOS, R. S.; SANTANA; R. A. Índice de estresse hídrico e fluxo de seiva em cacauzeiros jovens em condições de baixa demanda de água da atmosfera. In: IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2017, Fortaleza. **Anais eletrônicos ...** Fortaleza: INOVAGRI/INCT-EI/INCTSal, 2017. Disponível em: <http://www.inovagri.org/anais/TC2670336.pdf> . Acesso em: 08/04/2018.

FERNANDES, E. J. Determinação do índice de estresse hídrico em cultura do feijoeiro com termômetro de infravermelho. **Irriga**, v. 15, n. 3, p. 248–257, 2010.

ILHUOMA, S. O.; MADRAMOOTOO, C. A. Recent advances in crop water stress detection. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 141, p. 267-275, 2017.

JONES, H. G.; HUTCHINSON, P. A.; MAY, T.; JAMAI, H.; DEERY, D. M. A practical method using a network of fixed infrared sensors for estimating crop canopy conductance and



V WINOTEC

O Semiárido Brasileiro

— Realidades e Perspectivas —

2018

Sobral - Ceará
23 a 25 de Maio

evaporation rate. **Biosystems Engineering**, v. 165, p. 59-69, 2018.

MARTÍNEZ, J. et al. A cost-effective canopy temperature measurement system for precision agriculture: a case study on sugar beet. **Precision Agriculture**, v. 18, n. 1, p. 95–110, 2017.

DATASHEET MELEXIS. MLX90614 family: Single and dual zone infra red thermometer in TO-39. Disponível em: <https://www.melexis.com/-/media/files/documents/datasheets/mlx90614-datasheet-melexis.pdf> . Acesso em: 27/04/2018.